



(19)

(11) Publication number: 2000190399 A

Generated Document.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(21) Application number: 10372898

(51) Intl. Cl.: B29D 29/00 B65G 15/36 F16G 1/00 F16G 1/08

(22) Application date: 28.12.98

(30) Priority:
 (43) Date of application publication: 11.07.00
 (84) Designated contracting states:

(71) Applicant: BRIDGESTONE CORP
 (72) Inventor: SEKI WATARU
 TAKANO NOBUKAZU
 (74) Representative:

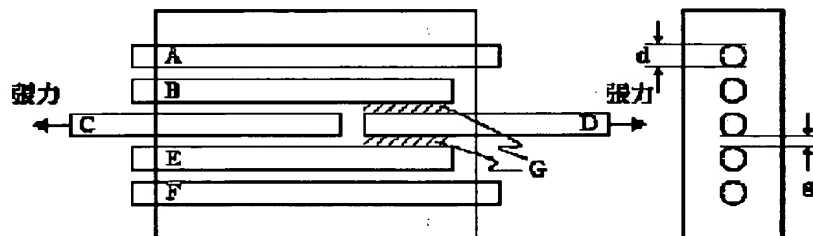
(54) METHOD FOR PLANNING CONVEYOR BELT

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a planning method for a conveyor belt reducing the necessary number of processes in an H-block test and enhanced in the reliability in the estimation of the durability of the conveyor belt, and a method for producing the conveyor belt using the planning method.

SOLUTION: A planning method determines the endless structure of a conveyor belt containing steel cords as a reinforcing material. In this case, a test sample (H-block) is formed and the max. shearing stress (τ_{max}) based on formula: $\tau_{max} = SCR \times F_{max} / (\pi \times d \times L)$ (wherein SCR is a stress concn. ratio, d is a cord diameter and L is a rubber portion transmitting stress between cords) of the test sample is calculated from the number of times N and max. tension F_{max} of the test sample. Further, the max. stress intensity factor (K_{max}) of the test sample is calculated based on formula: $K_{max} = \tau_{max} \times \sqrt{\pi \times d}$ and the obtained value is set as the planning index of an endless portion as a tolerancable max. stress intensity factor.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-190399

(P2000-190399A)

(43) 公開日 平成12年7月11日 (2000.7.11)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テームコード (参考)

B 2 9 D 29/00

B 2 9 D 29/00

3 F 0 2 4

B 6 5 G 15/36

B 6 5 G 15/36

4 F 2 1 3

F 1 6 G 1/00

F 1 6 G 1/00

Z

1/08

1/08

A

// B 2 9 K 21:00

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 6 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平10-372898

(22) 出願日

平成10年12月28日 (1998.12.28)

(71) 出願人 000005278

株式会社ブリヂストン

東京都中央区京橋1丁目10番1号

(72) 発明者 関 瓦

東京都大田区東雪谷4-21-7-209

(72) 発明者 高野 伸和

神奈川県横浜市戸塚区上矢部町710

(74) 代理人 100096714

弁理士 本多 一郎

Fターム (参考) 3F024 AA01 AA11 CA04 CB03 CB10

CB13

4F213 AA45 AD03 AD16 AG16 AM23

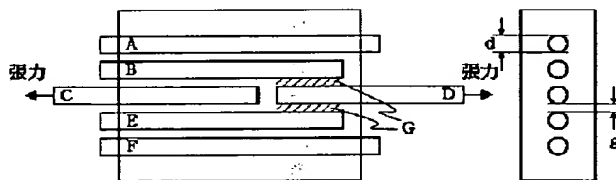
WB01 WB18

(54) 【発明の名称】 コンベアベルトの設計方法

(57) 【要約】

【課題】 Hブロック試験における必要工数を低減し、しかもコンベアベルトの耐久性予測の信頼性を高めたコンベアベルトの設計方法および該設計方法を用いるコンベアベルトの製造方法を提供することにある。

【解決手段】 スチールコードを補強材とするコンベアベルトのエンドレス構造を決定するコンベアベルトの設計方法において、試験体 (Hブロック) を作製し、該試験体の回数Nと、最大張力Fmaxとから次式、 $\tau_{max} = SCR \times F_{max} / (\pi \times d \times L)$ (式中、SCRは応力集中率、dはコード径、Lはコード間で応力を伝達するゴム部である) に基づき最大剪断応力 (τ_{max}) を求め、さらに次式、 $K_{max} = \tau_{max} \times \sqrt{\pi \times d}$ に基づき最大応力拡大係数 (K_{max}) を計算し、得られた値を許容最大応力拡大係数としてエンドレス部の設計指標とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 スチールコードを補強材とするコンベアベルトのエンドレス構造を決定するコンベアベルトの設計方法において、

平板状に成型した未加硫ゴムの中に複数本スチールコードを配置し、これを加硫成型することにより、設計すべきコンベアベルトのエンドレス構造と実質的に同一構造を有する試験体（Hブロック）を作製し、

該試験体において長手方向に対向する一対のコードに繰返し引張荷重を与え、そのときの破壊に至るまでの回数 N と、最大張力 F_{max} とから次式、

$$\tau_{max} = SCR \times F_{max} / (\pi \times d \times L)$$

（式中、 SCR は応力集中率、 d はコード径、 L はコード間で応力を伝達するゴム部である）に基づき最大剪断応力（ τ_{max} ）を求め、さらに次式、

$$K_{max} = \tau_{max} \times \sqrt{\pi \times d}$$

に基づき最大応力拡大係数（ K_{max} ）を計算し、得られた値を許容最大応力拡大係数としてエンドレス部の設計指標とすることを特徴とするコンベアベルトの設計方法。

【請求項2】 最大応力拡大係数（ K_{max} ）とHブロックの寿命（破壊に至るまでの回数 N ）との関係（ $K_{max}-N$ 曲線）を求め、この関係に基づき目標寿命

（ N ）に相当する許容最大応力を決定する請求項1記載のコンベアベルトの設計方法。

【請求項3】 請求項1記載のコンベアベルトの設計方法に基づき算出された許容最大応力拡大係数（ K_{max} ）よりも常に最大応力拡大係数が小さくなるようにエンドレス構造を決定することを特徴とするコンベアベルトの製造方法。

【請求項4】 前記エンドレス構造の決定因子がステップパターン、ステップ長さ、およびギャップ長さである請求項3記載のコンベアベルトの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、コンベアベルトの設計方法に関し、詳しくは必要試験工数を低減し、しかもコンベアベルトの耐久性予測の信頼性を高めたコンベアベルトの設計方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 スチールコードを補強材とするコンベアベルトはエンドレス加工された後、各種輸送物を搬送するために利用される。したがって、エンドレス部の寿命を高めることがコンベアベルトの耐久性向上のためには不可欠であり、ゴム種、コード径、コード本数およびベルト張力に基づくベルト仕様に応じ、許容できるベルト耐久性が得られるエンドレス構造を決定する必要がある。

【0003】 従来、かかるエンドレス構造を決定するためのコンベアベルトの設計方法においては、ベルト本体

部の構造（コード径、本数等）と荷重条件（ベルトにかかる張力）とを勘案し、エンドレス部のゴムが負担すべき「最大応力」を設計指標として、これになるべく小さくなるようにエンドレス構造を決定した。この「最大応力」は最も簡単な2ステップ構造でエンドレス長が比較的短い場合には次式、最大応力＝応力集中率×コード1本当り張力／スチールコード表面積により与えられる。尚、ここでステップ構造とは、エンドレス部が図7

（a）～（c）に示すように階段状のステップパターンを形成している構造をいう。

【0004】 ここで、「応力集中率」はエンドレス構造に依存し、有限要素法などで計算される。ところで、最大応力からベルトエンドレスの寿命を推定するためには、Hブロック試験というベルトエンドレス部を簡略化した構造を持つサンプル（Hブロック）を作製し、このHブロックの疲労試験を行い、最大応力とHブロックの寿命 N （ N は破壊に至るまでの回数）との関係（ $S-N$ 曲線）を求め、許容応力を決定する必要がある。具体的手順としては、Hブロックの $S-N$ 曲線に実際のベルトの応力値（ S ）をあてはめてベルト寿命（ N ）を求めることになる。各種ベルト仕様の採用からエンドレス構造の決定までの流れは、図6に示すフローチャートに示すようになり、Hブロック試験により求めた許容応力よりも実際のベルトの最大応力が小さい場合は目標寿命の範囲内であり、超える場合には再度エンドレス構造のステップパターン、ステップ長さおよびギャップ長さを決定し直すことになる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、実際のスチールコードコンベアベルトには多様な径のコードが用いられ、この異なるコード径を用いてHブロック試験を行った場合、その $S-N$ 曲線は1本の線にはならない。そのため、異なるコード径に対しては別個に試験を行う必要があり、多大な工数が必要であった。

【0006】 そこで本発明の目的は、Hブロック試験における必要工数を低減し、しかもコンベアベルトの耐久性予測の信頼性を高めたコンベアベルトの設計方法および該設計方法を用いるコンベアベルトの製造方法を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明者は、前記課題を解決すべく鋭意検討した結果、コンベアベルトのエンドレス構造の設計指標として、Hブロック試験により求めた最大応力拡大係数を採用することにより前記目的を達成し得ることを見出し、本発明を完成するに至った。

【0008】 即ち、本発明のコンベアベルトの設計方法は、スチールコードを補強材とするコンベアベルトのエンドレス構造を決定するコンベアベルトの設計方法において、平板状に成型した未加硫ゴムの中に複数本スチールコードを配置し、これを加硫成型することにより、設

計すべきコンベアベルトのエンドレス構造と実質的に同一構造を有する試験体（Hブロック）を作製し、該試験体において長手方向に対向する一対のコードに繰返し引張荷重を与え、そのときの破壊に至るまでの回数Nと、最大張力Fmaxとから次式、

$$\tau_{max} = SCR \times F_{max} / (\pi \times d \times L)$$

（式中、SCRは応力集中率、dはコード径、Lはコード間で応力を伝達するゴム部である）に基づき最大剪断応力（ τ_{max} ）を求め、さらに次式、

$$K_{max} = \tau_{max} \times \sqrt{\pi \times d}$$

に基づき最大応力拡大係数（Kmax）を計算し、得られた値を許容最大応力拡大係数としてエンドレス部の設計指標とすることを特徴とするものである。

【0009】また、本発明のコンベアベルトの製造方法は、上述のコンベアベルトの設計方法に基づき算出された許容最大応力拡大係数（Kmax）よりも常に最大応力拡大係数が小さくなるようにエンドレス構造を決定することを特徴とするものである。

【0010】Hブロック試験において、従来用いられていたS-N曲線に代わり、本発明に係る最大応力拡大係数（Kmax）を用いてKmax-N曲線を描くと、コード径によらずほぼ1本の線にまとまることが分かった。すなわち、最大応力拡大係数（Kmax）を指標として用いれば、従来のように異なるコード径ごとにHブロック試験を実施する必要がなくなり、1種類のコードについてのみ試験をすればベルトの寿命予測が可能となり、しかもその信頼性も高いことが分かった。

【0011】

【発明の実施の形態】スチールコンベアベルトのエンドレス部の許容最大応力拡大係数を実験的に決定するため、Hブロック試験の概要と工数について詳述する。Hブロック試験の代表的な試験体（Hブロック）の形状を図1に示す。試験体は平板状に成型した未加硫ゴムの中にスチールコードA～Fを図のように配置し、これを加硫成型することにより作製する。図中のdはコード径、gはコード間ギャップであり、基本的には調べたい実機ベルトの構造と一致させる。荷重の与え方は、コードCとコードDをジグでつかんで左右に引張る形で繰返し張力を与える。コードCの張力はゴムを介してコードB、Eへ、さらに図中斜線部Gで示した部分のゴムを介してコードDへ伝えられる。すると、Gの部分のゴムが繰返しせん断応力を受けることによりゴムの破壊、またはゴムとコードとの間の接着剥離が生じ、最終的にHブロックが破壊する。コードAとFはHブロックに荷重をかけたとき幅方向（図では上下方向）へなるべく均一に変形させるための支えコードであり、補助的な意味しかない。

【0012】Hブロックに荷重を与えるのは、繰返し引張り疲労試験機を用い、図2に示すパターンでコードC、Dに張力を与える。図2においてFmaxは荷重パ

ターン中の最大張力であり、これは調べたい実機ベルトの張力を勘案して数点（通常4点程度）とる。また、最小荷重は最大荷重の10%とする。しかる後、Hブロックが破壊するまでの繰返し荷重をかけた回数Nを記録する。

【0013】Hブロック試験ではこの破壊回数Nと、最大張力Fmaxから次式、

$$\tau_{max} = SCR \times F_{max} / (\pi \times d \times L)$$

（式中、SCRは応力集中率、dはコード径、Lはコード間で応力を伝達するゴム部（図1中のG）で、通常L=100mmである。）に基づき最大剪断応力（ τ_{max} ）を求め、さらに次式、

$$K_{max} = \tau_{max} \times \sqrt{\pi \times d}$$

に基づき最大応力拡大係数（Kmax）を計算し、Kmax-Nの関係性を求め、かかる関係をコンベアベルトのエンドレス構造設計の指標とする。具体的には、達成したい寿命Nに相当するKmaxを許容最大応力拡大係数とする。

【0014】各種ベルト仕様の採用からエンドレス構造の決定までの流れは、図5に示すフローチャートに示すようになる。Hブロック試験により求めた許容最大応力拡大係数よりも実際のベルトの最大応力拡大係数が小さい場合は目標寿命の範囲内であり、超える場合には再度エンドレス構造のステップパターン、ステップ長さおよびギャップ長さに基づくエンドレス構造を決定し直す。

【0015】Hブロック試験において、従来用いられていたS-N曲線に代わり、本発明に係るKmax-N曲線を描くと、コード径によらずほぼ1本の線にまとめることから、従来のように異なるコード径ごとにHブロック試験を実施する必要がなくなり、1種類のコードについてのみ試験をすればよいことになる。本発明と従来法との試験に要する工数を具体例に基づき比較すると次のようになる。

【0016】試験に要する工数は、①Hブロック試験体を製作する工数と、②疲労試験を行う工数の2つがある。従来法によって、例えば4種類のコード径について夫々試験を行うものとする、S-N（荷重-疲労）曲線を描くために最大荷重Fmaxは4点とることになる。試験のn数（同一条件で試験を行うサンプル数）を5とすると、必要なサンプル数は、4（コード径の種類）×4（Fmaxの数）×5（n数）=80個となる。一方、試験にかかる工数は、
サンプルを製作する工数=3個/1日
疲労試験を行う工数=1個/1日
となる。これから上記の80個のサンプルを製作し、疲労試験を行うための日数は、
サンプルを製作する工数=27日
疲労試験を行う工数=80日
となり、合計で約107日を必要とすることになる。

【0017】これに対し本発明の設計方法においては、

コード径の4種類は1種類で代表できることとなり、上記の日数は1/4の約27日に短縮できることになる。

【0018】

【実施例】次いで、本発明を実施例に基づき説明する。図1に示すように、平板状の試験体（Hブロック）に成型した未加硫ゴムの中にスチールコードA～Fを配置し、これを加硫成型した。コードは、試験体毎にコード径が夫々4.7mmφ、7mmφ、13mmφ、10mmφ、および5mmφのものを夫々採用した。また、各試験体とも試験体幅は51mm、試験体長さは320mm、厚さは21mm、コードCとDとの間の距離は20mm、図1中斜線部Gは100mmとした。なお、ゴム種は全ての試験体において同じものとした。

【0019】疲労試験は、繰り返し引張り疲労試験機を用い、コードCとコードDをジグでつかんで左右に引張る形で繰り返し張力を与えることにより行った。図2に示すように、Fmaxは荷重パターン中の最大張力であり、これは調べたい実機ベルトの張力を勘案して4点とった。また、最小荷重は最大荷重の10%とした。しかる後、Hブロックが破壊するまでの繰り返し荷重をかけた回数Nを記録した。

【0020】Hブロック試験ではこの破壊回数Nと、最大張力Fmaxから次式、

$$\tau_{\max} = \text{SCR} \times F_{\max} / (\pi \times d \times L)$$

（式中、SCRは応力集中率、dはコード径、Lはコード間で応力を伝達するゴム部である）に基づき最大剪断応力（ τ_{\max} ）を求め、さらに次式、

$$K_{\max} = \tau_{\max} \times \sqrt{\pi \times d}$$

に基づき最大応力拡大係数（Kmax）を計算し、図4

に示す τ_{\max} -Nの関係（従来例）と、図3に示すKmax-Nの関係（実施例）を夫々求めた。具体的には達成したい寿命Nに相当する τ_{\max} 、Kmaxが夫々許容最大剪断応力、許容最大応力拡大係数となる。

【0021】図3および図4とのグラフを比較すると、従来例においてはコード径によって異なる直線が複数本得られたが、実施例においてはコード径によらず1本の直線が得られた。また、この直線に基づき予測されるコンベアベルトの寿命は信頼性の高いものであった。

【0022】

【発明の効果】以上説明してきたように、本発明のコンベアベルトのエンドレス設計方法によれば、Hブロック試験における必要工数を低減し、しかもコンベアベルトの耐久性予測の精度を高めることができる。したがって、この設計方法を用いてより信頼性の高いコンベアベルトを製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】Hブロック試験体の説明図である。

【図2】Hブロック試験体に対する荷重パターンを示すグラフである。

【図3】破壊回数Nと最大応力拡大係数との関係を示すグラフである。

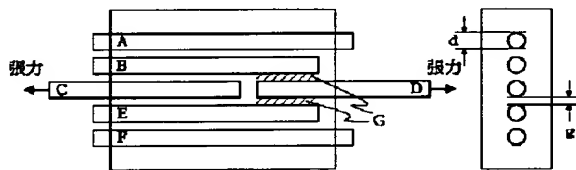
【図4】破壊回数Nと最大剪断応力との関係を示すグラフである。

【図5】本発明の設計方法一例を示す流れ図である。

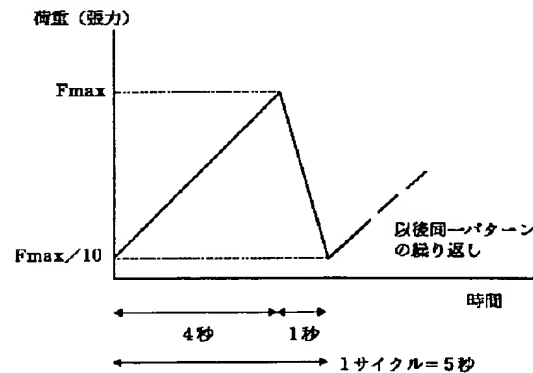
【図6】従来例の設計方法を示す流れ図である。

【図7】エンドレス構造のステップパターンの例を示す模式図である。

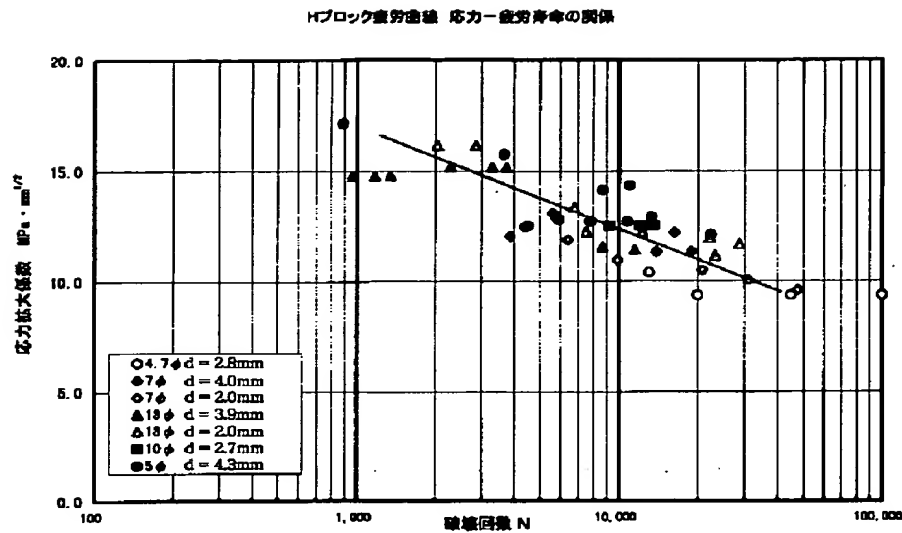
【図1】



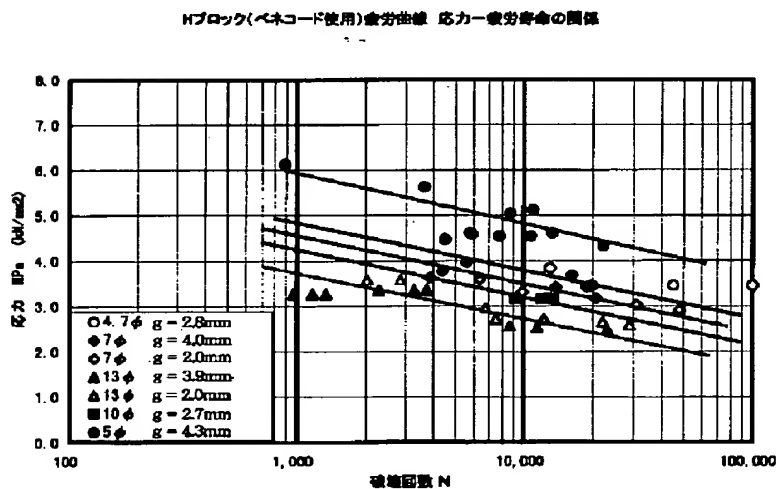
【図2】



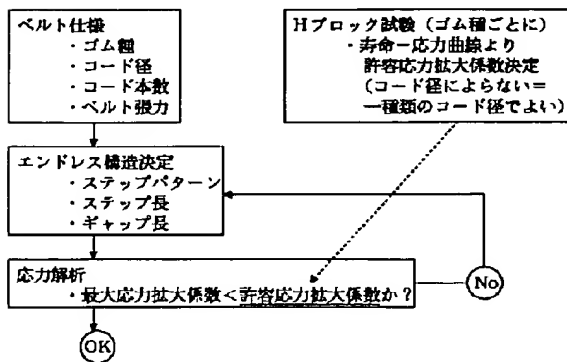
【図 3】



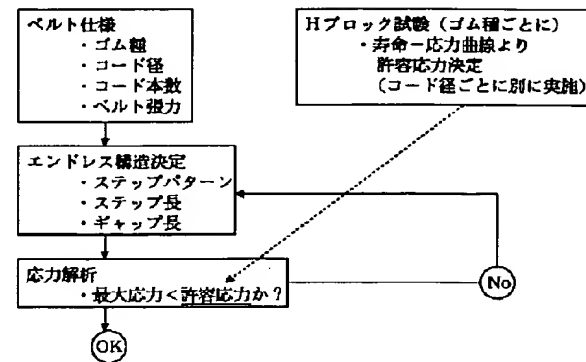
【図 4】



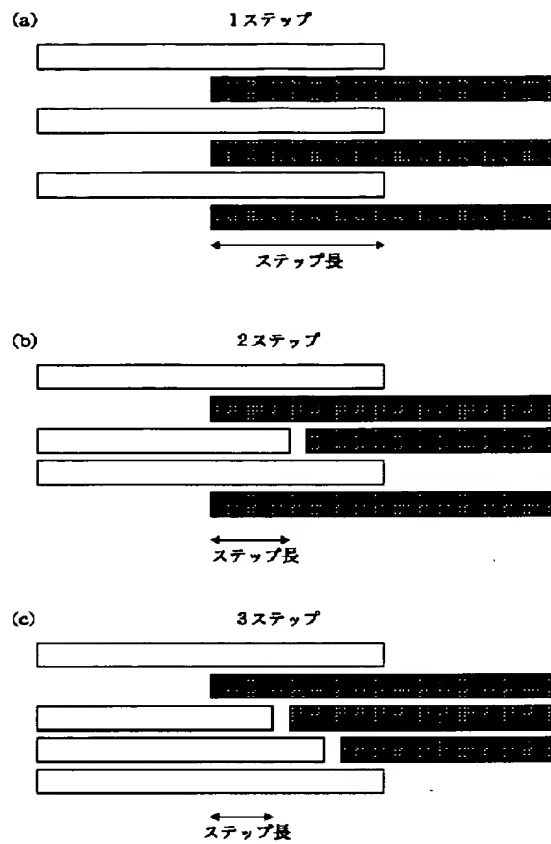
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁷

B 2 9 K 105:08

識別記号

F I

テーマコード (参考)